

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-208809

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)8月30日

G 02 B 6/16

3 1 1

7370-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 偏波保持光ファイバ

⑮ 特 願 昭62-42289

⑯ 出 願 昭62(1987)2月25日

⑰ 発 明 者 笹 岡 英 資 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内⑱ 発 明 者 菅 沼 寛 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内⑲ 発 明 者 田 中 茂 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑳ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉑ 代 理 人 弁理士 越 場 隆

## 明 細 書

1. 発明の名称 偏波保持光ファイバ

## 2. 特許請求の範囲

(1) コアと、該コアの両側部に平行に配列された2本の応力付与部材と、該コア並びに該応力付与部材を埋設、保持するクラッドと、該クラッドの外周を囲う保護被覆を備え、伝播光の特定偏波のみを選択的に伝播するように構成した偏波保持光ファイバであって、

該保護被覆の伝播光軸に直角な断面形状が、前記コアを伝播する特定偏波の主軸方向を外部から識別することができるように異方性を与えられていることを特徴とする偏波保持光ファイバ。

(2) 前記保護被覆の断面形状が、前記主軸方向を長径とする長円形であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の偏波保持光ファイバ。

(3) 前記保護被覆の表面に、前記主軸方向と平行な平坦部が形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項に記載の偏波保持光ファイバ。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、偏波保持光ファイバに関する。より詳細には、その断面形状に異方性を持たせることによって、保持する偏波の主軸方向を外部から容易に識別することのできる新規な偏波保持光ファイバの構成に関する。

従来の技術

偏波保持光ファイバは、コアを伝播する光の互いに直交する偏波に対して大きな伝播係数の差を設け、実質的に伝播光の特定の偏波のみを伝播するように構成された光ファイバである。

このような偏波保持光ファイバの構造はいくつかの種類が開発されている。例えば、コアの断面

形状を長方形または楕円形にしたり、あるいは円形断面のコアに対してクラッドの断面形状を楕円形とする等して、伝播光軸に対して互いに直行する方向で、コアに作用する物理的応力を変化するように構成される。このような構成は応力複屈折型ファイバと呼ばれている。

第3図並びに第4図は、応力複屈折型偏波保持光ファイバの代表的な構造を示す断面図である。

第3図に示す偏波保持光ファイバは、いわゆる“バンドファイバ”であり、コア1を中心に対象な位置に1対の応力付与部材2を配置し、更に、クラッド3によって一体としたものである。このとき、応力付与部材2はクラッド3よりも熱膨張率の大きい材料で形成されており、完成したバンドファイバ内では、応力付与部材2を結ぶ方向（以下、この方向を主軸方向と記す）に、コア1に対して引張応力が付与される。従って、コア1は、応力の方向と、この方向と直角な方向とで屈折率が相違し、コア1を伝播する光の各偏波の位相速度に大きな差が生じる。

は、これを屈曲した場合にその曲げ方向がクロストーク特性に影響を与えることが知られている。

エレクトロニクスレターズ第19巻第17号の679頁乃至680頁(ELECTRONICS LETTERS Vol. 19 No. 17 pp679-680)には、第4図に示した構造の偏波保持光ファイバにおいて、主軸方向に対する曲げ方向の変化によってクロストーク特性が変化することが報告されている。即ち、屈曲していない偏波保持光ファイバと主軸方向とによって規定される平面に対して、屈曲した状態の光ファイバを含む平面が成す角度によって、屈曲によるクロストーク特性の劣化の程度が大きく異なることをが述べられている。

また、本発明者等も、第3図に示した構造の偏波保持光ファイバが同様な特性を示すことを確認した。第5図(a)は、発明者が第3図に示した形状の偏波保持光ファイバを用いて実際に測定した偏波保持光ファイバの特性を示すグラフである。即ち、保護被覆を含めた直径が900 $\mu$ mの偏波保持光ファイバを直径50mmの円筒形の治具に巻きつけ、

第4図に示す偏波保持光ファイバも、やはりコア1の両側部に1対の応力付与部材2を埋設してクラッド3によって一体としたものであり、応力付与部材は、形状は異なるが、同様な機能をもっている。

尚、これらの偏波保持光ファイバは、一般の光ファイバ素線と同様に、表面の物理的な保護のための被覆層4を備えている。

又、偏波保持光ファイバの偏波保持性能を表す最も代表的な特性は、互いに垂直な偏波の間のクロストーク(漏話)という値によって示される。即ち、偏波保持光ファイバに単一偏波光を入射し、出射端において、入射光と同一の偏波方向の出射光のパワーを $P_x$ 、この光と直交する偏波の出射光のパワーを $P_y$ とし、

$$(\text{クロストーク}) = 10 \log (P_y / P_x) \quad (\text{dB})$$

という式に従って得られた値である。この式からわかるようにクロストークの値が小さいほど、偏波保持特性が優れているといえる。

ところで、上述のような応力複屈折型光ファイ

第5図(b)に示すように、偏波保持光ファイバのある断面における主軸方向と、その断面の接する位置での治具の母線とが成す角度 $\theta$ を種々変化して、それぞれの場合のクロストーク特性を測定してプロットした。

尚、第5図(a)におけるクロストーク特性は、クロストークが最良となるときを $\Delta CT = 0 \text{ dB}$ とした相対値である。また、用いた偏波保持光ファイバの他の諸元を第1表に示す。

第1表

比屈折率差	0.3 %
カットオフ波長	1.28 $\mu$ m
損失	2.35 dB/Km
モード波屈折率	$4.8 \times 10^{-4}$
コア直径	8.7 $\mu$ m
ファイバ直径	125 $\mu$ m
応力付与部直径	40 $\mu$ m
応力付与部間隔	25 $\mu$ m
被覆	ナイロン被覆 (直径900 $\mu$ m)

第5図(a)から明らかなように、角度 $\theta$ が $0^\circ$ あるいは $180^\circ$ の場合にクロストーク特性は最良となる。

#### 発明が解決しようとする問題点

ところで、偏波保持光ファイバの主要な用途のひとつに光ファイバジャイロのコイルが挙げられる。コイルを構成する場合に偏波保持光ファイバが屈曲されることはいうまでもなく、従って、コイルの作製時に、偏波保持光ファイバの主軸方向を治具の母線と平行に保つことができれば、極めてクロストーク特性の優れた光ファイバジャイロコイルができる。

しかしながら、従来の偏波保持光ファイバは、第4図並びに第4図にその断面を示したように、被覆4により等方的に全体が覆われており、端面以外では、外部から主軸方向を窺い知ることはできなかった。

即ち、従来の偏波保持光ファイバによってコイルを作製する場合は、光ファイバの屈曲方向と主

軸方向とを、クロストークが最良となるように維持しながら巻くことができず、みすみすクロストークの劣化を招いていた。また、このような問題は、他の用途の場合でも、設計上の必要によって偏波保持光ファイバを屈曲しなければならない場合に必ず付き纏っていた。

そこで、本発明の目的は、外部からその主軸方向を容易に識別することができ、屈曲する場合にクロストークの劣化が最も少ない屈曲方向を容易に選択することのできる、新規な偏波保持光ファイバを提供することにある。

#### 問題を解決するための手段

即ち、本発明に従い、コアと、該コアの両側部に平行に配列された2本の応力付与部材と、該コア並びに該応力付与部材を埋設、保持するクラッドと、該クラッドの外周を囲う保護被覆を備え、伝播光の特定偏波のみを選択的に伝播するように構成した偏波保持光ファイバであって、該保護被覆の伝播光軸に直角な断面形状が、前記コアを伝

播する特定偏波の主軸方向を外部から識別することができるように異方性を与えられていることを特徴とする偏波保持光ファイバが提供される。

ここで、偏波保持光ファイバの断面形状としては、楕円形、長方形等が挙げられるが、特に、光ファイバを治具に巻いてコイル状にする場合等を考慮すると、主軸方向の寸法がより長い断面形状であることが望ましい。

また、一般に応力複屈折型の偏波保持光ファイバの場合、応力付与部はコアに対して引張応力を付与しているので、形状のためにあるいは屈曲したときの保護被覆層の変形のためにコアを圧迫して、この引張応力が打ち消されるような形状は好ましくない。

#### 作用

本発明の偏波光ファイバは、その被覆の形状により、外観から偏波の主軸方向を判別することができるように構成されている。従って、偏波保持光ファイバが保持する偏波の主軸方向を、その全

長に渡って容易に識別することができる。

こうして、例えば偏波保持光ファイバをコイル状に巻くような場合には、偏波保持光ファイバの屈曲方向の違いによるクロストーク特性の劣化を極限まで防止できる。

#### 実施例

以下に、添付の図面を参照にして本発明をより具体的に詳述するが、以下に示すものは本発明の一実施例に過ぎず、本発明の技術的範囲を何ら制限するものではない。

第1図(a)は本発明に従う偏波保持光ファイバの形状を示す断面図である。

同図に示すように本発明の偏波光ファイバ5aは、コア1、応力付与部材2並びにクラッド3の構成は従来の偏波保持光ファイバと同じである。即ち、コア1を中心に、その両側部に1対の応力付与部材2を配置し、これらをクラッド3によって1体としている。

しかしながら、更にその外周を覆う保護被覆層

の断面形状は従来のものと異なっており、応力付与部材を結ぶ線の延長上、即ち、この偏波保持光ファイバを伝播する光の主軸方向を長径とする長円形となっている。

このような偏波保持光ファイバの製造は、出側に楕円ダイスを設けた通常の線引き機を用いて、従来通りの手順に従って操業を行った。但し、出側の楕円ダイスの長径が、コア1並びに応力付与部材2の配列平面即ち主軸の延長上にあるように、装置の設置並びにプリフォームの供給段階で配慮した。この操作は、肉眼によって確認することで行ったが、実際に線引きされた光ファイバの断面を顕微鏡で観察したところ、設計通りファイバの主軸方向と被覆の楕円長軸方向は一致していた。

作成した偏波保持光ファイバ5aは、直径125 $\mu$ mのクラッドを備えた光ファイバ素線に対して、長径が300 $\mu$ m、短径が200 $\mu$ mのものであった。

また、比較のために、同様の方法で、上記光ファイバ5aと被覆層4の断面形状のみが異なり、その他の特性を同じくする偏波保持光ファイバ5b

を作製した。この偏波保持光ファイバ5bは、やはり125 $\mu$ mの直径のクラッドに対して300 $\mu$ mの直径を有していた。

こうして完成した2種の偏波保持光ファイバ5a、5bそれぞれ100mを、直径50mmの2本のマンドレル6に別々に巻いて2種類の偏波保持光ファイバコイルを作った。

第2図は偏波保持光ファイバ5aをマンドレル6にコイル状に巻きつけている様子を示す図であるが、同図に示すように光ファイバ5aを巻く場合は、楕円形の短軸がマンドレルの表面と垂直になるようにした。

こうして作製した2つの偏波保持光ファイバコイルのクロストークを、波長1.3 $\mu$ mの光源を用いて測定した結果、光ファイバ5bを用いたものが-13.7dB、光ファイバ5aを用いたものが-19.8dBであり、本発明による偏波保持光ファイバである光ファイバ5aを用いたコイルの方が従来の光ファイバ5bを用いたコイルよりもクロストークが6.1dB良いことが確認された。

尚、被覆層4の硬化前にローラに接触させる等して、第1図(b)に示すように、その表面に平坦な部分を設けることも好ましい。特に、上述のようにマンドレルに巻き付ける場合は、この平坦部がマンドレル上での光ファイバの角度をより安定させるからである。

#### 発明の効果

以上説明したように、本発明による偏波保持光ファイバは、外観からその偏波の主軸方向を判別することが可能であり、光ファイバの曲げ方向と偏波の主軸方向の成す角度をクロストークが最良となる角度に保ちながらコイル状に巻くことができる。従って、曲げ方向によるクロストークの劣化がなくなり、光ファイバジャイロ等で偏波保持光ファイバをコイル状にして使用する場合、特に効果的である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)並びに(b)は、本発明による偏波保持光

ファイバの構成を示す横断面図であり、

第2図は、偏波保持光ファイバ5aをマンドレル6にコイル状に巻きつける様子を表す図であり、

第3図は、従来の偏波保持光ファイバの構成を示す横断面図であり、

第4図は、別の従来の偏波保持光ファイバの構成を示す横断面図であり、

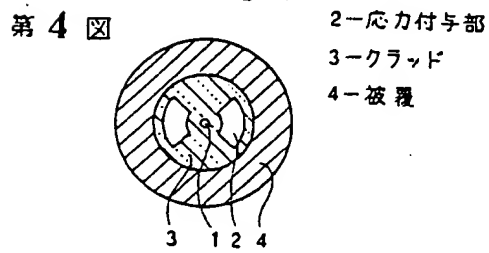
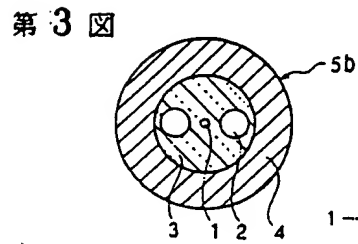
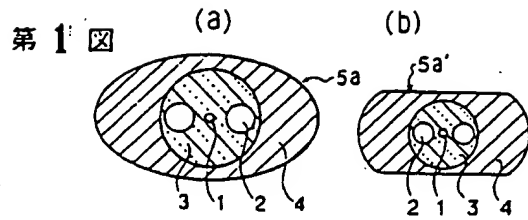
第5(a)図は、偏波保持光ファイバの曲げ方向と偏波の主軸方向の成す角度 $\theta$ と、クロストークの劣化 $\Delta C T$ との関係を示すグラフであり、

第5(b)図は、第5(a)図に示す角度 $\theta$ を説明する図である。

(主な参照番号)

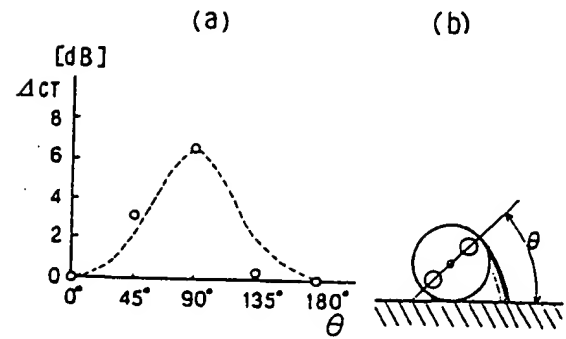
- 1 . . . . . コア、
- 2 . . . . . 応力付与部、
- 3 . . . . . クラッド、
- 4 . . . . . 被覆、
- 5 a、b . . . 偏波保持光ファイバ、
- 6 . . . . . マンドレル

特許出願人 住友電気工業株式会社  
代理人 弁理士 新居 正彦

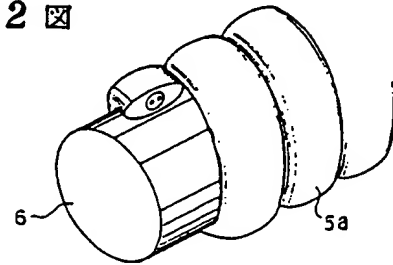


5a, 5b-偏波保持光ファイバ

第5図



第2図



5a-偏波保持光ファイバ 6-マンドレル

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-208809

(43)Date of publication of application : 30.08.1988

(51)Int.Cl.

G02B 6/16

(21)Application number : 62-042289

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 25.02.1987

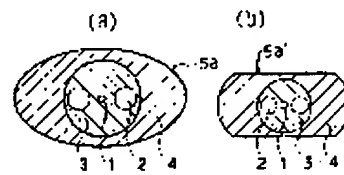
(72)Inventor : SASAOKA HIDEYORI  
SUGANUMA HIROSHI  
TANAKA SHIGERU

## (54) POLARIZATION MAINTAINING OPTICAL FIBER

### (57)Abstract:

PURPOSE: To easily identify the main axis direction of a polarization from outside and to easily select the inflection direction where deterioration of crosstalk is least by deciding the main axis direction of the external polarization from the shape of a coating.

CONSTITUTION: A polarization optical fiber 5a has a core 1, stress inducing members 2, and a clad 3, the couple of strain inducing members 2 are arranged on both side parts, and they are integrated by the clad 3. Further, the sectional shape of a protective coating layer which covers its outer periphery is a long circle having its major axis on the prolongation of the line connecting the strain inducing parts, i.e. the main axis direction of light propagated in this polarization maintaining optical fiber. Consequently, the main axis direction of the polarization can be decided from its outer appearance and while the optical fiber is coiled while the bending direction of the optical fiber and the main axis direction of the polarization is held at the angle where the best crosstalk is obtained; and there is no deterioration of crosstalk with the bending direction and this is effective specially when used in a coil shape for an optical fiber gyroscope, etc.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]